Lane Medical Library

Gibt es im Rückenmark Gedächtniserscheinungen?

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

VON

Lotte Godelmann
aus Grünau-Berlin.

Tag der Promotion: 19. August 1914.

Emil Ebering, Berlin NW., Mittelstr. 39.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Prof. Dr. **Rubner.**

Gibt es im Rückenmark Gedächtniserscheinungen?

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/bibtesimruckenma0000lott

Schon vor langer Zeit wurde das Gehirn als der Sitz der Seele angesehen. Durch die Sinne erlangen wir die Kenntnis von der äußeren Welt, die peripheren Sinnesorgane übertragen die Reize, welche sie treffen, auf die zentripetal leitenden Nerven, die Erregung pflanzt sich durch die Nerven auf das Gehirn fort und wird hier zu bewußter Empfindung. Mit der wachsenden Kenntnis des Zentralnervensystems wurde die Frage immer lauter, ob das Rückenmark ebenfalls seelische Funktionen erfülle und wieweit sie neben denen des Gehirns ihre Selbständigkeit besäßen. Diese Frage läßt sich zurückverfolgen bis in das 18. Jahrhundert, wo schon Whytt die sensorische Funktion des Rückenmarks erkannte:

„Wenn die Verbindung des Großhirns mit einem Teile abgeschnitten ist, so wird das einfache, in einem solchen Teile erregte Gefühl von der Seele nicht mehr im Gehirn wahrgenommen, und ist also nicht mit überlegendem Bewußtsein verbunden." (Robert Whytts works, Edinburgh, 1768).

Der französische Physiologe Legallois hat im allgemeinen dieselbe Lehre weiter ausgebildet, indem er die funktionell segmentale Gliederung des Rückenmarks betonte, nach welcher ebensoviel unterschiedene Empfindungszentren als Rückenmarkssegmente vorhanden sind. Weiter findet Marshall Halls das Rückenmark als Sitz der Reflexbewegungen. Das Bellsche Gesetz wird zum grundlegenden Faktor für das weitere Studium der Reflexe, ebenso wie Graingers Entdeckung, daß die graue Substanz die Ueberleitung des Reflexbogens vermittle. Hiermit waren die Fundamente gelegt für die späteren Arbeiten, von denen vor allem die von

Pflüger über die sensorischen Funktionen des Rückenmarks zu nennen ist. Pflüger ist ein warmer Verteidiger der Rückenmarksseele.

„Die Seele der niederen Tiere", sagt er, „ist ein teilbares Individuum, das mit dem Schnitte in so viele Individuen zerfällt, als Körperstücke vorhanden sind." Was für die niederen Tiere gilt, gilt auch für die höheren.

„Wer einmal die Bewegungen des Bäumens und Windens bei einer unverletzten Salamandra maculata, die man dem Schmerze des Feuers aussetzt, gesehen hat, und dieselben Bewegungen sodann auch bei den enthaupteten oder bloßen Rumpfstücken unter denselben Verhältnissen in ganz derselben Weise eintreten sieht, dem möchte es schwierig sein, sich einreden zu wollen, daß er eine nicht empfindende Masse vor sich sähe."

Den wissenschaftlichen Beweis für seine Behauptung bringt er aus seinem Gesetz der gleichseitigen Leitung einseitiger Reflexe, nach welchem der Schwanz eines Aales, den man links mit einem Licht berührt, sich nach links bewegen müßte. Dies tut er nicht, sondern der Schwanz wird stets aus dem Bereich des Feuers gezogen. Folglich handelt es sich nicht um einen Reflex, sondern um eine Willkürbewegung, und zwar um eine Empfindungs- und Willenstätigkeit des Rückenmarks. Dasselbe gilt für höhere Tiere, z. B. für Frösche, die nach ihrer Dekapitation Essigsäure, die man rechts auf ihren Rücken tupfte, mit dem linken Bein wegwischen, wenn man das rechte Bein daran verhindert oder amputiert. Dieses Grundexperiment variierte Pflüger vielfach und stets mit dem gleichen Erfolg. Er schließt daraus:

„Da nun die nach einem Reiz eintretende Bewegung, obgleich immer dieselbe Hautstelle gereizt ist, den mannigfaltigsten Wechsel durchläuft, je nachdem es die Erreichung bestimmter Zwecke erheischt, so ist unwiderlegbar dargetan, daß wir es mit empfindenden und wollenden Tierfragmenten zu tun haben."

Durch die späteren Arbeiten von Goltz, Freusberg und Ewald an Hunden mit durchtrenntem, und Hunden mit verkürztem Rückenmark werden die wichtigsten, dem Rückenmark eigentümlichen Reflexe gefunden, ferner gezeigt, daß die früher geübte, strenge Unterscheidung zwischen Reflexen und willkürlichen oder spontanen Bewegungen nicht aufrecht erhalten werden kann. Hering (Ueber die nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln auftretende Bewegungslosigkeit des Rückenmarkfrosches) hat am Frosch bis zu zehn Hinterwurzelpaare und ferner an der oberen Grenze des Operationsbereiches die Spinalachse durchschnitten und nun völlige Bewegungslosigkeit gefunden. Das von der Außenwelt isolierte Rückenmark vermittelt keine Bewegungen; es gibt also keine ersten spontanen Bewegungen.

Noch eingehender behandelt Trendelenburg diese Frage. (Vergleichende Physiologie des Rückenmarks.) Er sagt: „es ist nun schon mehrfach die Frage untersucht worden, ob es wirklich spontane, von äußeren Reizen unabhängige Innervationen der den Ortsbewegungen dienenden Muskulatur gibt, und es wurde dabei immer die von vornherein wahrscheinliche Annahme bestätigt gefunden, daß dies nicht der Fall ist. Wir können für die Rückenmarkstiere den Schluß ziehen, daß die an ihnen bei intakten Hinterwurzeln auftretenden, scheinbar spontanen Bewegungen, für welche also der periphere Reiz nicht direkt nachweisbar ist, in Wirklichkeit doch nicht ohne Mitwirkung solcher Reize erfolgen. Diese Reize entziehen sich voraussichtlich nur deshalb der Beobachtung, weil sie nicht plötzlich auftreten, sondern dauernd vorhanden sind, aber erst dann die Reflexbewegung auslösen, wenn sie durch latente Summation genügende Wirksamkeit erreicht haben. Noch ein anderes Moment kann bei den scheinbar spontanen Bewegungen sehr wesentlich mitspielen, nämlich periodische Erregbarkeitsänderungen des Zentralnervensystems (beobachtet von Danilewsky am Amphioxus, von Bethe an Haifischen, von Tarchanoff an Enten, von Fano an der Schildkröte). Danilewsky beobachtete am normalen

Amphioxus, daß, während anfangs selbst ein schwacher Reiz eine heftige Reaktion auslöst, bei der nun eintretenden „Erschöpfung“ selbst starke Reize ohne Wirksamkeit sind. Nach kurzer Pause ist das ursprüngliche Verhalten wiederhergestellt.

Der Unterschied zwischen den reflektorischen und den gewöhnlich als spontan bezeichneten Bewegungen würde also mehr darin liegen, daß bei ersteren ein genau angebbarer Reiz in einer ohne weiteres erkennbaren Gesetzmäßigkeit zu einer in stets derselben Weise ablaufenden Antwortsbewegung führt, bei den scheinbar spontanen Bewegungen würde hingegen die Abhängigkeit von äußeren Reizen weniger unmittelbar erkennbar sein und der Erfolg derselben in weit höherem Maße von dem jeweiligen Zustand der Zentralorgane abhängen.“

Danach sind die Willkürbewegungen nichts von den Reflexbewegungen prinzipiell Verschiedenes. Diese Ansicht ist schon von Goltz in seiner Abhandlung über die Nervenzentren des Frosches vertreten.

Weiter führt er aus: „Wir finden, daß auch das abgetrennte Rückenmark, sei es spontan, sei es auf besonderen Reiz, vollständige lokomotorische Bewegungen oder doch mehr oder weniger zusammenhängende Bruchstücke derselben zu ermitteln vermag und es ergibt sich daraus der unabweisliche Schluß, daß der geordnete Ablauf der Rumpf- und Gliedmaßenbewegungen an sich keine Leistung der höheren Hirnteile bedeutet, sondern schon durch die dem Rückenmark eigentümlichen Reflexkombinationen ermöglicht wird, und daß wahrscheinlich das Prinzip der lokomotorischen Koordination darin besteht, daß die eine Bewegung auf reflektorischem Wege die nächste in der Ortsbewegung ihr folgende hervorruft oder begünstigt. Die Tätigkeit der höheren Hirnteile würde mehr darin bestehen, daß sie die allgemeine Anregung zur Ortsbewegung geben, im übrigen aber in deren Verlauf um so weniger eingreifen, je mehr die Bewegungen gleichförmig, mit maschinenmäßiger Einförmigkeit ablaufen.“

Das Grundprinzip der Koordination der alternierenden Bewegung (Gangbewegung) ist darin zu suchen, daß die Beeinflussung der Innervationsapparate durch die Bewegung selbst dazu führt, daß die entgegengesetzte Bewegung ausgelöst wird. Hierbei kann, wie beim Gehen des Menschen, die Spannung auf der einen Seite die nachfolgende auf der andern auslösen, oder es kann, wie beim Flug der Vögel, die beiderseitig symmetrische Senkung die nachfolgende Hebung, und umgekehrt, zustande bringen. Dem entsprechen auch die Angaben von Sherrington, wonach bei Anwendung eines nur einmaligen Reizes der Reflex zweiphasisch werden kann, indem sich der primären Bewegung nach Aufhören des Reizes die antagonistische Bewegung ohne weiteres anschließt. Also ein einzelner, periodisch wiederkehrender Reiz genügt, um beide Phasen der alternierenden Bewegung auszulösen, indem die eine so lange unterhalten wird, als der Reiz dauert, die andere bei seinem Aufhören als Nachwirkung einsetzt. Das Grundprinzip aller zu alternierenden Bewegungen führenden Koordinationseinrichtungen kann „dahin angegeben werden, daß jede Bewegung nach einer anfänglichen Hemmung der Antagonisten zu einer Kontraktion derselben führt oder dieselbe durch Bahnung oder „sukzessive Induktion" begünstigt, und daß dieser Einfluß zum Teil durch Erregungen ausgelöst wird, die bei der Bewegung selbst in den Rezeptoren der bewegten Teile entstehen." In Analogie mit der Hering-Breuerschen Atemsteuerung wird als unterstützendes Moment eine reflektorisch ausgelöste Bewegungshemmung angenommen, an die sich bei stärkerer Reizung aktive Tätigkeit der Antagonisten anschließt.

Einen vollkommen neuen Ausblick in das Studium der Reflexe eröffneten die Arbeiten von Pawlow, von ihm selbst zusammengefaßt in „Naturwissenschaft und Gehirn" (Ergebnisse der Physiologie, Jahrgang 11), der die Erscheinungsreihen, die wir bisher als einfachen Reflex und als Funktion der höheren nervösen Zentren unterschieden, unter die Begriffe des bedingten und unbedingten Reflexes zusammenfaßt.

Der unbedingte Reflex ist nach ihm die ständige Verbindung zwischen den Vorgängen der Außenwelt und den Reaktionen des Organismus auf diese. Diese spielen sich in dem niederen Teil des Zentralnervensystems ab, während der bedingte Reflex als der Mechanismus einer zeitweiligen Verbindung im höchsten Teil des Zentralnervensystems verwirklicht wird. Wie wird nun diese zeitweilige Verbindung hergestellt? Wie bildet sich der bedingte Reflex? Ich gehe auf diese Frage näher ein, da sie für vorliegende Arbeit von Wichtigkeit ist. Pawlow sagt:

„Zur Bildung des bedingten Reflexes ist erforderlich, daß das neue indifferente Agens in der Zeit ein- oder mehrere Male mit der Wirkung eines andern Agens zusammentrifft, welch letzteres schon mit dem Organismus in Verbindung steht, d. h. sich in irgendwelche Tätigkeit des Organismus verwandelt. Wenn die Bedingung dieses Zusammentreffens in der Zeit erfüllt ist, so geht das neue Agens dieselbe Verbindung ein, es äußert sich in derselben Tätigkeit. Auf diese Weise besteht also der neue bedingte Reflex mit Hilfe des alten. Wenn man es näher betrachtet, geht dabei im höheren Nervensystem, wo der Vorgang der Entstehung der bedingten Reflexe statthat, folgendes vor sich:

Wenn ein neuer, früher gleichgültiger Reiz, nachdem er in die Großhirnhemisphäre gelangt ist, in diesem Augenblick im Nervensystem einen im starken Erregungszustande befindlichen Herd antrifft, so fängt der bis hierher gelangte Reiz an, sich zu konzentrieren, sich gewissermaßen einen Weg zu diesem erregten Herd und von ihm weiter zum entsprechenden Organ zu bahnen und wird auf diese Weise zum Erreger dieses Organs. Im entgegengesetzten Fall, wenn kein solcher Herd vorhanden ist, so zerstreut sich der Reiz ohne merkbaren Effekt in der Masse der Großhirnhemisphären. Hierin wird das Grundgesetz des höchsten Teiles des Nervensystems formuliert. Da die bedingten Reflexe ihren Sitz im höchsten Teile des Nervensystems haben, in dem ein fort-

währendes Zusammentreffen von unzähligen Einwirkungen der Außenwelt statthat, so ist es weiterhin verständlich, daß zwischen den verschiedenen bedingten Reflexen ein unaufhörlicher Kampf oder eine Wahl in jedem gegebenen Augenblick vor sich geht. Daher die fortwährende Hemmung dieser Reflexe."

Die von Pawlow entwickelten Prinzipien unterscheiden sich nun von der älteren Lehre Pflügers und von den Anschauungen, die im Anschluß an diese in den Arbeiten der Goltzschen Schule und andrer hervortraten, dadurch, daß Pawlow seine bedingten Reflexe in die höheren Zentren verlegt, während die Versuche von Pflüger, Freusberg und den anderen genannten Forschern darauf hinweisen, daß solche bedingten Reflexe auch im Rückenmark durch Reize verschiedener Art, die dasselbe gleichzeitig oder kurz hintereinander treffen, zustandekommen können. Alle Tatsachen aber, die wir bisher in bezug auf solche bedingten Reflexe im Rückenmark kennen, lehren uns nichts in bezug auf eine Bahnung für derartige bedingte Reflexe, in dem Sinne, wie sie bei eingeschaltetem Großhirn durch die Dressur so leicht demonstriert werden kann, was besonders Kalischer vermittels seiner neuen Dressurmethoden gezeigt hat (Sitz der Tondressur bei Hunden, Zentralblatt der Physiologie, Bd. 22, und die Funktion des Schläfenlappens des Großhirns, Sitzungsberichte der phys.-math. Klasse 1907).

Er richtete Hunde so ab, daß sie nur beim Erklingen eines ganz bestimmten Tones ihr Futter schnappen durften, während sie daran bei allen übrigen Tönen verhindert wurden. Er erreichte auf diese Weise in kurzer Zeit, daß sich die Tiere freiwillig von ihrem Futter wandten beim Erklingen aller Töne außer des „Futtertons", der allein ein Signal wurde zum hastigen Zuschnappen. Hiemit war also eine neue Gedächtnisverbindung hergestellt zwischen einem bestimmten Ton und dem Freßakt, eine Verbindung, die bei normal funktionierendem Gehirn in kurzer Zeit erzeugt werden konnte,

und die eine neue, wertvolle Methode zur Lokalisation der betreffenden Sinnesorgane abgibt. Die weitgehende Gültigkeit dieser Methode zeigt ihre Ausdehnung auf optische Eindrücke (Farben), Geruchs- und Tasteindrücke. Gerade diese letzteren lassen an die Möglichkeit denken, auf ähnliche Weise Gedächtnisfunktionen des Rückenmarks zu erkennen. Da wir bisher tatsächlich keinerlei Erscheinungen am Rückenmark, die denen des im Bereich der höheren Zentren bestehenden Gedächtnisses analog wären, kennen, habe ich nun versucht, derartige Gedächtniserscheinungen im Bereich des Rückenmarks nachzuweisen.

Zu diesem Behufe durchtrennte ich am 28. II. 14 das Rückenmark eines kräftigen Foxterriers in der Höhe des 2. und 3. Brustwirbels. Nachdem die Rückenmuskulatur beiderseits stumpf abgetrennt, Dornfortsatz und Wirbelbogen des 3. Wirbels mit der Knochenzange abgetragen war, wurde mit einem Skalpell das Rückenmark bis auf den Knochen durchtrennt, wobei besonders zu erwähnen ist, daß die Blutstillung der ventralen venösen Rückenmarksgefäße durch kleine, mit Adrenalin getränkte Wattebäuschchen in kurzer Zeit gelang. Die Heilung der Wunde vollzog sich in der Tiefe gut, während sich dicht unter der Haut ein Abszeß bildete, der sich aber ebenfalls nach Eröffnung und Tamponade mit Jodoformgaze innerhalb von acht Tagen schloß. Die Shokwirkung nach der Operation war eine ausgesprochene. Goltz und Ewald beschreiben in Pflügers Archiv 63 (Der Hund mit verkürztem Rückenmark) das Verhalten eines Tieres nach querer Durchschneidung des Rückenmarks.

„Unmittelbar nach der Durchschneidung des Rückenmarks verhält sich das Hintertier nicht viel anders als wenn es gar kein Rückenmark besäße. Druck auf die Hinterfüße löst keine Reflexbewegung aus. Der After klafft. Bei dem männlichen Tier kann keine Erektion reflektorisch ausgelöst werden. Der Harn sammelt sich in der erschlafften Blase an. Kurz, der ganze Hinterkörper scheint regungslos gelähmt.

Schon wenige Tage darauf kann sich das gewissermaßen scheintot gewesene Rückenmark fast vollständig erholt haben. Das Hintertier bietet dann eine ganze Fülle von Reflexerscheinungen dar."

Nachdem die ersten schweren Shokwirkungen überwunden waren, kehrten auch bei meinem Hund allmählich die Reflexe wieder. Die ersten konnte ich an den Hinterpfoten am dritten Tage nach der Operation auslösen. Am sechsten Tage entleerte er seine Blase selbständig. Der Tonus der Gefäße stellte sich am spätesten wieder her. Noch nach fünfzehn Tagen war eine höhere Temperatur des Hintertieres zu bemerken, deren Ausgleich mit dem Vordertier noch eine weitere Woche in Anspruch nahm.

Ich begann meine Versuche am 11. III., und zwar ging ich folgendermaßen vor: mit einem Reagensglas, das mit kleinen Eisstückchen gefüllt war, berührte ich die Hinterpfote des Tieres an der hinteren Fläche oberhalb des Fußballens. Dieser Temperaturreiz löste keinen Reflex aus. Nun ließ ich eine Sekunde später einen schmerzhaften elektrischen Reiz folgen, indem ich dieselbe Stelle der Hinterpfote mit einer Pinselelektrode berührte und die zweite Elektrode auf die Inguinalgegend derselben Körperseite setzte. Der Induktionsstrom, den ich anwandte, war stets von der gleichen Stärke: der Rollenabstand betrug 2 cm, im primären Stromkreis war eine Akkumulatorzelle eingeschaltet. Der auf diesen starken elektrischen Reiz erfolgende Reflex bestand in einer kräftigen Beugung mit nachfolgender Streckung der Extremität derselben Seite, wobei die Dauer der Streckung die der Beugung um einige Sekunden übertraf. Gleichzeitig trat auf der kontralateralen Seite Philippsons gekreuzter Streckreflex auf. Diese Versuche führte ich täglich eine halbe Stunde aus und setzte sie während drei Wochen fort. Mein Ziel dabei war folgendes: Durch die fortgesetzte Aufeinanderfolge von Kältereiz und elektrischem Reiz, beide stets in gleicher Stärke und gleicher Dauer angewandt, wollte ich das Rückenmark derart

dressieren, daß, wenn überhaupt im Rückenmark Erscheinungen denen des Gedächtnisses der höheren Zentren analog vorhanden wären, es schon nach Applikation des Kältereizes mit einer kräftigen Kontraktion reagieren sollte. Trotz meiner langen Bemühungen war es mir nicht möglich, auch nur ein einziges Mal eine verfrühte Kontraktion oder Abwehrbewegung zu erzielen. Das einzige, immerhin erwähnenswerte Ergebnis war die Tatsache, daß vom sechsten Tage der Versuche an nach Berührung mit dem Kältereagensglas eine deutliche Beugung der Zehen auftrat, die aber auch nur unregelmäßig auszulösen war und zehn Tage später wieder gänzlich verschwand. Man könnte diese Beugung der Zehen als Abwehrbewegung gegen den nachfolgenden elektrischen Schlag auffassen, jedoch trat sie, wie gesagt, so unregelmäßig auf, daß ein sicherer Schluß daraus nicht abgeleitet werden kann.

Erwähnen möchte ich noch, daß ich die gleiche Versuchsfolge auch an der vorderen Extremität anstellte (am 25. III.), wobei schon nach der dritten Reizung mit dem Kältereagensglas eine heftige Abwehrbewegung in Form einer Kontraktion der Extremität erfolgte. Wurde nun der Kältereiz allein appliziert, so ging allmählich die neu entstandene Assoziation verloren, da ja die schmerzhafte elektrische Reizung, die zu der vorzeitigen Abwehrbewegung disponiert hatte, jetzt fehlte. Was mir an der vorderen Extremität, die ja noch mit dem Großhirn in leitender Verbindung stand, in wenigen Minuten gelang, konnte ich an der hinteren Extremität durch regelmäßig fortgesetzte Versuche in drei Wochen nicht erzielen.

Ich variierte nunmehr meine Versuche derart, daß ich statt des Kältereizes einen Wärmereiz anwandte, indem ich ein Reagensglas mit essigsaurem Natron füllte, das sich im heißen Wasserbad verflüssigte, und nun für längere Dauer eine Temperatur von 60—70 ° beibehielt. Diese Temperaturhöhe war gerade eine geeignete, da sie nicht schmerzhaft genug war, eine Muskelaktion auszulösen, und doch genügte,

um als deutlicher Reiz empfunden zu werden, wie ich mich durch Berührung des Vordertieres mit dem Hitzereagensglas überzeugen konnte. Aber auch jetzt traten keinerlei Veränderungen in der Reaktion des Hintertieres ein, trotz täglich fortgesetzter, ¼stündiger Versuche, die ich bis zum 1. Juni fortführte. Nicht einmal die oben erwähnte Beugung der Zehen konnte ich bei dieser Reizfolge beobachten. Um die Temperaturreize besser fühlbar zu machen, ließ ich ein kleines Hautfeld oberhalb der Zehenballen an der hinteren Fläche der Hinterextremitäten abrasieren, und hatte so auch die Sicherheit, stets genau dieselbe Hautpartie zu reizen, was ja von Wichtigkeit war.

Eine Beobachtung möchte ich noch erwähnen, die ich fast mit Regelmäßigkeit machen konnte. Schon in den ersten Tagen meiner Versuche fiel mir auf, daß das Tier nach kurzer Zeit schläfrig wurde, obgleich es im allgemeinen sehr lebhaft war, und allmählich in festen Schlaf verfiel. Dieser Zustand dauerte aber nie länger als meine Versuche. Waren diese vorüber, dann hatte es auch seine Lebhaftigkeit wiedererlangt. Da las ich in der schon erwähnten Arbeit von Pawlow, daß er dieselbe Beobachtung gemacht hatte, und zwar speziell bei Anwendung von Temperaturreizen. Er schreibt darüber:

„Es ergab sich, daß die Einwirkung eines und desselben Wärme- oder Kältegrades auf ein und dieselbe Stelle der Haut, — wenn sie zwar von kurzer Dauer ist, aber oft wiederholt wird, oder noch besser: wenn sie ununterbrochen eine Zeitlang andauert —, unbedingt früher oder später zu einem somnolenten Zustande des vorher lebhaften und beweglichen Tieres und weiterhin zu tiefem Schlafe führt. Es wurde klar, daß ein bestimmtes Agens der Außenwelt die Ruhe des Tieres, die Unterdrückung seiner höheren Nerventätigkeit bedingen kann, anders ausgedrückt: neben den verschiedenen aktiven Reflexen gibt es einen passiven Reflex. Der Schlafreflex ist nur eine von den Hemmungsarten des bedingten Reflexes. Die

Hemmung, welche durch den Schlafreflex veranlaßt wird, nennen wir „allgemeine“ Hemmung, denn sie hemmt auch andere kompliziert-nervöse Erscheinungen außer den unsrigen.“

Meine Versuche sind ja einerseits eine Bestätigung der von Pawlow gefundenen Tatsache. Andererseits aber beweisen sie, daß die Erklärung, die dieser Forscher gegeben hat, nicht zutrifft. In meinem Falle hat die gereizte Hautstelle nur nervöse Verbindungen mit dem abgetrennten Rückenmark, und dennoch schläft das Vordertier. Es kann also nicht, wie Pawlow meint, der anhaltende Temperaturreiz als hemmender Reflex auf das Großhirn wirken, da dieses mit dem Rückenmark ja in keinerlei nervöser Verbindung steht. Vielmehr muß die Wärme- resp. Kälteapplikation im Hintertier irgendeine Veränderung bewirkt haben, die durch die Blutbahn auf das Hirn einwirkt. Am nächsten liegt wohl die Erklärung, daß in der von dem Temperaturreiz direkt getroffenen Haut derartig wirksame Hormone gebildet werden, oder daß der Temperaturreiz primär vasomotorische Veränderungen erzeugt, die dann zum Uebergang des einschläfernden Stoffes in die Blutbahn führen. Vielleicht ist die von mir beobachtete Erscheinung in Analogie zu bringen mit der bekannten Tatsache, daß eine diffuse schwache Verbrennung eines großen Teils der Hautoberfläche zu einem somnolenten Zustand führt, der bei hinreichend ausgedehnter Verbrennung zu einem schmerzlosen Tode führt.

Meinen weiteren Versuchen wurde ein Ende gesetzt durch ein am Hinterschenkel des Tieres beginnendes Dekubitalgeschwür, das auch von merklichem Einfluß auf die Reflexerregbarkeit des Hintertiers war. Dies konnte ich am deutlichsten an seinen Gangreflexen beobachten. In der ersten Zeit nach der Operation schleifte das Tier seinen Hinterkörper wie eine völlig bewegungslose, fremde Masse nach. Allmählich aber änderte sich sein Verhalten. Während des Fressens begann sich das Tier aufzurichten. Brachte man

nun die Hinterpfoten künstlich in eine solche Stellung, wie sie ein normaler Hund einnimmt, d. h. wurde sein Körper durch seine vier Pfoten als feste Stützpunkte im Gleichgewicht gehalten, dann vermochte er minutenlang weiterzustehen, wobei er den Anblick eines vollkommen normalen Hundes bot. Einige Tage später bedurfte er dieser künstlichen Nachhilfe überhaupt nicht mehr, da er imstande war, sich allein aufzurichten, zu stehen, ja mehrere Schritte zu gehen. Dabei machte er den Eindruck eines ataktischen Tieres, dessen Hinterkörper bald nach rechts, bald nach links schwankte, auch umfiel, sich aber wieder aufrichtete. Bisweilen konnte er zehn bis zwölf Schritte ohne Schwanken gehen. Fiel das Hinterbein um, so wurde es von dem Vordertier nachgeschleift, wobei aber die hinteren Extremitäten reflektorisch alternierende Bewegungen ausführten, und zwar die rechte hintere Pfote synchron mit der linken vorderen, und umgekehrt. Untersuchte ich nun die Reflexe für die Laufbewegung einzeln, so wie sie Philippson angegeben hat, so fand ich, daß sie alle mit Sicherheit auszulösen waren. Trendelenburg hat in Band 10 der Ergebnisse der Physiologie (Vergleichende Physiologie des Rückenmarks) die Einzelreflexe des Lendenmarks für die Laufbewegung nach Philippson zusammengestellt. Ich gebe sie der Vollständigkeit halber wieder:

1. Gleichseitige Reflexe:
   a) Reizung der Planta (Druck zwischen den Zehenballen) gibt Sherringtons Extensorstoß.
   b) Stärkere Reizung derselben Stelle gibt nach Freusberg und Sherrington Beugung.
2. Gekreuzte Reflexe:
   a) Gekreuzte Streckung I:
   der gleiche Reiz, der auf der Reizseite Beugung gab, gibt auf der Gegenseite Streckung.

b) Gekreuzte Streckung II:
Zug an der Haut in der Leistengegend gibt Streckung auf der Gegenseite.
c) Gekreuzte Streckung III:
Passive Beugung in der Hüfte gibt Streckung auf der Gegenseite.

Nach Auftreten des Dekubitatgeschwürs war eine sichtliche Verschlechterung der Gehversuche zu bemerken. Nicht nur, daß der Hund bald zu gehen verlernte, sondern er war nun auch nicht mehr imstande, sich selbständig aufzurichten, ja, er vermochte nicht einmal, selbst wenn man die Hinterbeine in die richtige Stellung brachte, sich stehend aufrecht zu erhalten. Die Verschlechterung der Reflexe nahm zu in dem Maße, als das Dekubitalgeschwür an Ausdehnung gewann. Trotz sorgfältiger Pflege war ich nicht imstande, den Dekubitus zur Heilung zu bringen. Schließlich beobachtete ich, daß das Tier anfing, an seiner eigenen Wunde zu fressen und sie auf die Weise derartig zu vergrößern, daß ich genötigt war, ihn noch am selben Tage zu töten.

Das Versagen der koordinierten Leistungen des Rückenmarks nach Auftreten des Dekubitalgeschwürs dürfte wohl so zu erklären sein, daß die starken und anhaltenden sensiblen Reize, welche von der Wunde ausgingen, so heftig waren, daß sie die Wirkung der sehr viel schwächeren taktilen und Muskelspannungsreize, durch welche die Gehbewegung zustandekommt, übertönte.

Als Todesart wurde die Verblutung gewählt. Am 6. VI. 14 eröffnete ich die linke femoralis. Während des Verblutens traten bald in den hinteren Extremitäten tonische Streckkrämpfe, danach klonische Zuckungen auf. Erst sehr viel später konnte man dasselbe an den vorderen Extremitäten beobachten. Hierbei zeigte sich noch, daß sowohl vorn als hinten die rechten Extremitäten früher als die linken reagierten, was im Einklang stand mit der Beobachtung, daß bei

meinen Reizversuchen stets die rechte Extremität eine größeee Reflexeeregbarkeit aufwies als die linke.

Bei der Sektion wurde das Hirn als Ganzes mit dem verlängerten Mark herausgenommen, nur ein Teil des Bulbus olfactorius blieb in der Schädelhöhle zurück. Es stellte sich heraus, daß die Operationsstelle dem dritten Brustwirbel entsprach. Das Rückenmark wurde zunächst vom fünften Brustwirbel an nach aufwärts eröffnet, wobei sich in der Umgebung der Operationsstelle eine fibröse harte Masse fand. Der ganze Wirbelkanal wurde nun vorsichtig eröffnet, das Rückenmark als Ganzes innerhalb des Duramatersacks, der auch an der Operationsstelle keine Lücke zeigte, in 4% Formalin gelegt. Die vorderen und hinteren Wurzeln wurden möglichst lang am Rückenmark gelassen, die kaudalen mit den Ganglien herausgenommen. Ein 5 cm langes Stück des N. ischiadicus wurde unterhalb des Tuber ischiadicus, ein ebenso langes Stück des N. femoralis oberhalb des Lig. Pouparti herausgeschnitten, und zum Vergleich mit diesen entsprechende Teile des Plex. brachialis ebenfalls in Formalin gelegt. Die mikroskopische Untersuchung konnte ich wegen der eingetretenen Mobilmachung nicht mehr ausführen, denke aber, sie später vorzunehmen und ihr Ergebnis in einer Arbeit niederzulegen.

Außer einem geringen Randemphysem der Lungen und einer fibrösen Verdickung der mittleren Trikuspidalklappe ergab der Organbefund keine Besonderheiten. Im Bereich der Dekubitalwunde fand sich eine starke Infiltration des Bindegewebes und der Muskulatur.

Zum Schlusse fasse ich zusammen, daß es mir auf Grund meiner Versuche nicht gelungen ist, Gedächtniserscheinungen im Bereich des Rückenmarks nachzuweisen.

Zum Schlusse erfülle ich eine ehrenvolle Pflicht, wenn ich Herrn Geh. Rat. Prof. Dr. Zuntz für die Anregung zu dieser Arbeit, die unter seiner Leitung im Physiologischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule angefertigt wurde, und für deren gütige Durchsicht meinen ehrerbietigsten Dank ausspreche.

Lebenslauf.

Verfasserin dieser Arbeit, Lotte Godelmann, evangelischer Konfession, wurde am 6. Juli 1883 als Tochter des Kaufmanns Wilhelm Godelmann in Grünau-Berlin geboren. Sie besuchte die Städtische Luisenschule in Berlin, widmete sich dann mehrere Jahre dem Studium der Musik, war in England zwei Jahre als Musiklehrerin tätig und erhielt ihre wissenschaftliche Vorbildung in den Gymnasialkursen für Frauen zu Berlin. Im September 1909 bestand sie die Reifeprüfung am Königstädtischen Realgymnasium in Berlin, worauf sie sich dem Studium der Medizin zuwandte. Ein Semester studierte sie in München, neun weitere Semester in Berlin. Im Februar 1912 bestand sie die ärztliche Vorprüfung und am 3. August 1914 das ärztliche Staatsexamen in Form einer Notprüfung und unter Erlassung des praktischen Jahres.

Sie besuchte während ihrer Studienzeit die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

Abderhalden, Albrecht, Bier, Bonhoeffer, Bumm, Ceelen, Czerny, E. Fischer, Flügge, Frank, Franz, Goldscheider, Goldschmidt, Haike, Heffter, Helbron, Hertwig, Hildebrand, His, Killian, Kopsch, Kraus, Krückmann, Külbs, Meißner, Mollier, Nernst, Nicolai, Orth, Passow, Pick, Poll, Rubner, F. E. Schultze, Straßmann, Thorner, Virchow, Waldeyer.

Diesen ihren hochverehrten Herren Lehrern sagt die Verfasserin ihren ehrerbietigsten Dank.